



Fremtidige klimaforandringer i Danmark

Danmarks Klimacenter rapport nr. 6 2014



VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

Serietitel:
Danmarks Klimacenter rapport

Titel:
Fremtidige klimaforandringer i Danmark

Forfattere:
Martin Olesen, Kristine Skovgaard Madsen, Carsten Ankjær Ludwigsen, Fredrik Boberg, Tina Christensen, John Cappelen, Ole Bøssing Christensen, Katrine Krogh Andersen, Jens Hesselbjerg Christensen.

Ansvarlig institution:
Danmarks Meteorologiske Institut

Sprog:
Dansk

Emneord:
Temperatur, nedbør, havniveau og klima

Url:
www.dmi.dk/klimaforandringer

ISBN:
978-87-7478-652-8

Versions dato:
01.10.14

Link til hjemmeside:
www.dmi.dk

Copyright:
DMI

Indhold:

Resumé 2
Abstract 2
1. Forventninger fra FN's Klimapanel (IPCC) til fremtidens klima 4
2. Nye IPCC klimascenarier (RCP-scenarierne) 6
3. Danmarks fremtidige klima 7
3.1 Temperatur 7
3.1.1 Observationer 7
3.1.2 Projektioner 8
3.2 Nedbør 12
3.2.1 Observationer 12
3.2.1 Projektioner 13
3.3 Vind 15
3.4 Havniveau 16
3.4.1 Observationer 16
3.4.2 Projektioner 17
3.5 Ekstremer og specifikke klimaparametre 19
4. Vidensgrundlag 23
5 Referencer 24
6 Appendiks 26
6.1 Stormliste 26

Resumé

På baggrund af nyeste danske og europæiske scenarieberegninger beskrives her mulige fremtidige klimaforandringer i Danmark med fokus på udviklingen i dette århundrede. Vurderingen af fremtidige klimaforandringer er baseret på de scenarier, som også anvendes af FN's klimapanel IPCC.

Klimasimuleringer og forståelsen af de usikkerheder, der er forbundet hermed, bliver løbende forbedret. I denne rapport har DMI foretaget beregninger og udarbejdet tabellerne baseret på de nyeste tal fra IPCC, EU-studier, BACC[1] og det danske CRES[2] projekt, hvor en række klimasimuleringer er gennemført med flere globale og regionale klimamodeller. Vurderingerne af fremtidige klimaforandringer bliver dermed væsentligt mere robuste, end hvis beregningerne kun baseres på en enkelt klimamodel.

Fremtidige havniveaustigninger afhænger af afsmeltningen af sne og is samt vandets opvarmning. Størrelsen af isafsmeltningen er forbundet med stor usikkerhed. Her præsenteres observationer af vandstanden siden 1900 korrigeret for landhævning og scenarier for fremtidens havniveaustigninger.

Klimaforandringerne forventes at tiltage frem mod 2100, det vil medføre højere temperaturer, mere vinternedbør, flere og mere intense ekstreme vejrhændelser samt et stigende havniveau. Men den præcise udvikling er usikker og afhænger især af, hvor store mængder drivhusgasser, der slippes ud i atmosfæren i fremtiden.

Abstract

DMI has estimated the expected climate change in Denmark based on the latest Danish and European scenario calculations focusing on climate change towards the end of this century. The assessment of future climate change is based on the scenarios used by Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and climate changes are expected to increase towards 2100.

Climate simulations and understanding of associated uncertainties are constantly being improved. DMI here presents the latest results based on IPCC, BACC, European studies and the Danish CRES project where a number of climate simulations performed with several regional and global climate models. Projection of future climate change based on an ensemble of climate models is more robust than estimates based on a single model.

Future sea level rise depends on melting of snow and ice on land and ocean heating. The amount of melting ice is associated with large uncertainties. The observed sea level around Denmark since 1900, corrected for land rise, is presented together with scenarios of future sea level rise.

[1] BALTEX Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin 2009-2014
[2] Centre for Regional Change in the Earth System

For specific planning, assessment and risk analysis of climate adaptation, it is important to consider the full range of estimates as indicated by the uncertainty interval, instead of simply considering the best estimate.

Climate changes are expected to increase towards 2100 in terms of higher temperatures, more winter precipitation, more frequent and more extreme weather events as well as sea level rise.

1. Forventninger fra FN's Klimapanel (IPCC) til fremtidens klima

IPCC's femte hovedrapport (AR5) fra arbejdsgruppe 1 (WG I) med fokus på den naturvidenskabelige baggrund for klimaforandringerne udkom i 2013. Vurderingen af hvad der forårsager klimaforandringerne i dag og frem i tiden er klar; Ifølge IPCC er det meget sandsynligt (90 % - 100 % sikkert), at den observerede globale opvarmning skyldes menneskelige aktiviteter. Endvidere forventer IPCC, at en fortsat global opvarmning er sandsynlig (66 % - 100 %) frem mod 2050 og i realiteten sikkert (99 % - 100 %) frem mod 2100 selv for meget optimistiske scenarier.

IPCC har opgjort den totale menneskeskabte strålingspåvirkning for år 2011 (i forhold til 1750) til 2,29 watt pr. kvadratmeter, og den er steget hurtigere siden 1970 end i de foregående årtier. Estimatet for strålingspåvirkningen i 2011 er 43 % højere end estimatet fra år 2005, som blev anvendt i IPCC's fjerde hovedrapport fra 2007 (AR4). Dette skyldes en kombination af fortsat vækst i drivhusgaskoncentrationer og forbedrede estimater af påvirkning fra aerosoler, der vurderes at have en svagere afkølende effekt end tidligere vurderet.

Vurderingen for den globale temperaturstigning i slutningen af det 21. århundrede i forhold til referenceperioden 1986-2005, er mellem 1,0 °C (RCP2.6) og 3,7 °C (RCP8.5), afhængigt af fremtidens udledninger af drivhusgasser. De to scenarier nævnt her, RCP2.6 og RCP8.5 er hhv. det laveste og højeste scenarie, som IPCC har vurderet, og værdierne er middelværdier (se også Tabel 1).

Klimaforandringerne betyder, at det er meget sandsynligt, at havet stiger mere end tidligere observeret på grund af øget opvarmning af havene og smeltende iskapper og gletsjere. IPCC vurderer, at havniveauet globalt vil være steget med mellem 26 og 82 centimeter i perioden 2081-2100, i forhold til referenceperioden 1986-2005, afhængigt af hvilket scenarie fremskrivningen følger.

Videre er det sandsynligt, at klimaekstremer som hedebølger, kraftig nedbør og ekstrem højt havniveau vil vokse mange steder i både intensitet og hyppighed som følge af klimaforandringerne i løbet af det 21. århundrede.

IPCC konkluderer i AR5, at observationer af vindstyrke og retning fra datamålinger, samt målemetoderne er for usikre til at fastlægge en global eller regional tendens. Det samme gælder for vindstyrker i fremtidens klima, dog er der en overvejende sandsynlighed for, at cyklonaktiviteten i Nordatlanten og det nordlige Stillehav tiltager.

Temperatur [°C]	**2046-2065**		**2081-2100**	
Scenarie	Middel	Sandsynligt interval	Middel	Sandsynligt interval
RCP2.6 (lavt)	1,0	0,4 - 1,6	1,0	0,3 - 1,7
RCP4.5	1,4	0,9 - 2,0	1,8	1,1 - 2,6
RCP6.0	1,3	0,8 - 1,8	2,2	1,4 – 3,1
RCP8.5 (højt)	2,0	1,4 – 2,6	3,7	2,6 – 4,8

Tabel 1. Ændring i den globale middel-overflade-temperatur [°C] for de angivne perioder i forhold til referenceperioden 1986-2005. Kilde: IPCC, AR5.

Havniveau [m]	**2046-2065**		**2081-2100**	
Scenarie	Middel	Sandsynligt interval	Middel	Sandsynligt interval
RCP2.6 (lavt)	0,24	0,17 – 0,32	0,40	0,26 – 0,55
RCP4.5	0,26	0,19 – 0,33	0,47	0,32 – 0,63
RCP6.0	0,25	0,18 – 0,32	0,48	0,33 – 0,63
RCP8.5 (højt)	0,30	0,22 – 0,38	0,63	0,45 – 0,82

Tabel 2 Stigning i det globale gennemsnitlige havniveau (m) for de angivne perioder i forhold til referenceperioden 1986-2005. Kilde: IPCC, AR5.

2. Nye IPCC klimascenarier (RCP-scenarierne)

Forud for arbejdet med IPCC's femte hovedrapport har man defineret en række nye repræsentative udslips-scenarier, RCP-scenarierne (Representative Concentration Pathways), som med tiden vil erstatte de hidtidige SRES (Special Report on Emissions Scenarios) standardscenarier. I modsætning til SRES scenarierne er flere af de nye scenarier specifikt formuleret som stabiliseringsscenarier, der alene er baseret på udviklingen af drivhusgassernes koncentration i atmosfæren.

Formålet med de nye scenarier er at imødekomme beslutningstageres behov for at kunne vurdere konsekvenserne af de forventede klimaforandringer under forskellige grader af global opvarmning herunder effekten af at reducere udslippene. Dermed forbedres grundlaget for bedre at kunne vurdere passende klimatilpasningstiltag og reduktion af drivhusgasudledningerne.

Der foretages i disse år en lang række sammenlignende modelstudier baseret på de nye scenarier med et stort ensemble af globale og regionale klimamodeller. Disse beregninger har dannet grundlag for den seneste hovedrapport fra IPCC (AR5), og vil således udgøre referencerammen for projektioner af fremtidens klima på globalt og regionalt niveau i de kommende år.

Scenarierne er defineret ud fra en ændring i strålingspåvirkning frem mod år 2100, som hovedsageligt skyldes ændringer i koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren. Scenarierne betegnes RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 og RCP8.5, hvor tallene, 2.6, 4.5, 6.0 og 8.5 angiver strålingspåvirkningen i watt per kvadratmeter ved slutningen af århundredet. RCP-tallene er således et mål for, hvor meget klimaet påvirkes af en øget koncentration af drivhusgasser i atmosfæren, det vil sige den menneskeskabte globale opvarmning. Eksempelvis angiver scenariet RCP8.5 en udvikling i udledning af drivhusgasser som svarer til øget strålingspåvirkning på 8.5 watt per kvadratmeter i år 2100. Koncentrationen af drivhusgasser (CO2-ækvivalenter) vil i dette scenarie være over 1370 ppm (parts per million) i 2100 (jævnfør tabellen nedenfor).

Scenario	**Forcering**	**Drivhusgaskoncentration**	**Opvarmning i 2081-2100**
RCP8.5	Over 8,5 W/m2 i 2100	Over 1370 ppm CO2-ækvivalent i 2100	3,7
RCP6.0	Ca. 6 W/m2 ved stabilisering efter 2100	Ca. 850 ppm CO2-ækvivalent ved stabilisering efter 2100	2,2
RCP4.5	Ca. 4,5 W/m2 ved stabilisering efter 2100	Ca. 650 ppm CO2-ækvivalent ved stabilisering efter 2100	1,8
RCP2.6 / RCP3-PD	Topper ved 2,6 W/m2 før 2100 og aftager derefter	Topper ved ca. 490 ppmCO2-ækvivalent før 2100 og aftager derefter	1,0

Tabel 3. Oversigt over RCP-scenarierne. Sammenhæng mellem forcering (strålingspåvirkning), drivhusgaskoncentration og global opvarmning i slutningen af dette århundrede i forhold til referenceperioden 1986-2005.

3. Danmarks fremtidige klima

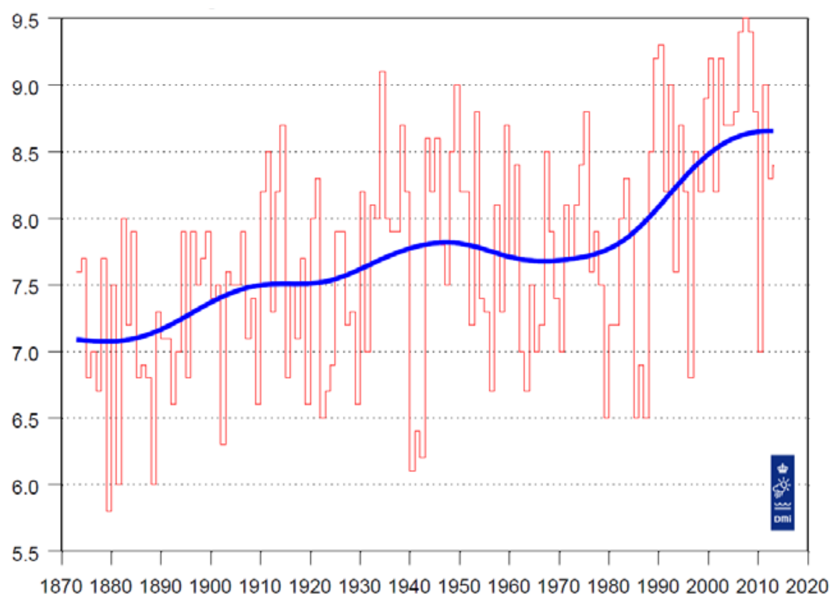
Danmark får i fremtiden et varmere klima med generelt mere nedbør og flere samt mere ekstreme vejrhændelser. Danmark kan således forvente mere regn særligt om vinteren, og om sommeren får vi formentlig både længere tørkeperioder og kraftigere regnskyl. Temperaturen i landet vil stige; særligt forventes mildere vintre, hvilket bl.a. betyder, at planternes vækstsæson bliver forlænget. Somrene bliver varmere, og der kan komme flere og længere hede- og varmebølger. Vi vil sandsynligvis se en stigning i stormstyrken specielt over Nordsøen, men ikke nødvendigvis flere storme. De fremtidige ændringer i vindforhold i Danmark er dog generelt dårligere bestemt end forholdene for temperatur og nedbør. Endelig forventes en generel vandstandsstigning i havene omkring Danmark. Alle nedenstående resultater er angivet i forhold til referenceperioden 1986-2005.

3.1 Temperatur

I Danmark følger temperaturudviklingen stort set udviklingen i den gennemsnitlige globale årlige middeltemperatur, både hvad angår observationer siden 1870'erne og projektioner af fremtidens temperaturer frem mod 2100.

3.1.1 Observationer

Den hidtidigt målte klimaudvikling i Danmark er særligt siden midten af det 20. århundrede gået i samme retning som de forventede fremtidige forandringer. Dog er de observerede ændringer lidt større end forventet ud fra klimamodellernes estimater. Således er temperaturen i Danmark steget med ca. 1,5ºC siden 1870.



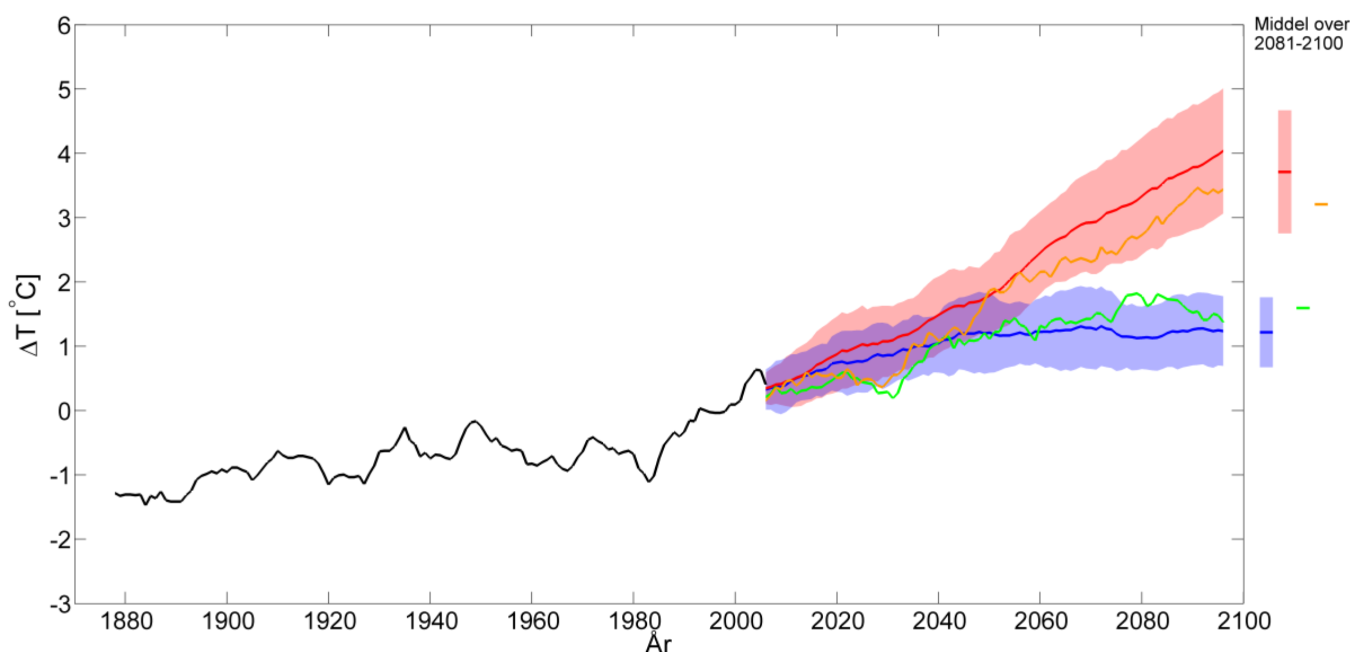
Figur 1. Danmarks årlige middeltemperatur siden 1873 (korrigerede værdier) [ºC]. Værdierne er beregnede landsgennemsnit på basis af et antal udvalgte målestationer. Den blå kurve repræsenterer gennemsnittet over 9 år. Kilde: DMI Teknisk rapport 14-01.

3.1.2 Projektioner

Temperaturen frem i tiden er beregnet på baggrund af udslips-scenarier for drivhusgasser. De tidligere SRES-scenarier er afløst af de nye RPC-scenarier som beskrevet i afsnit 2. Referenceperioden er ændret fra den tidligere anvendte referenceperiode 1961-1990 til 1986-2005, således at klimareferencen bliver så aktuel som mulig.

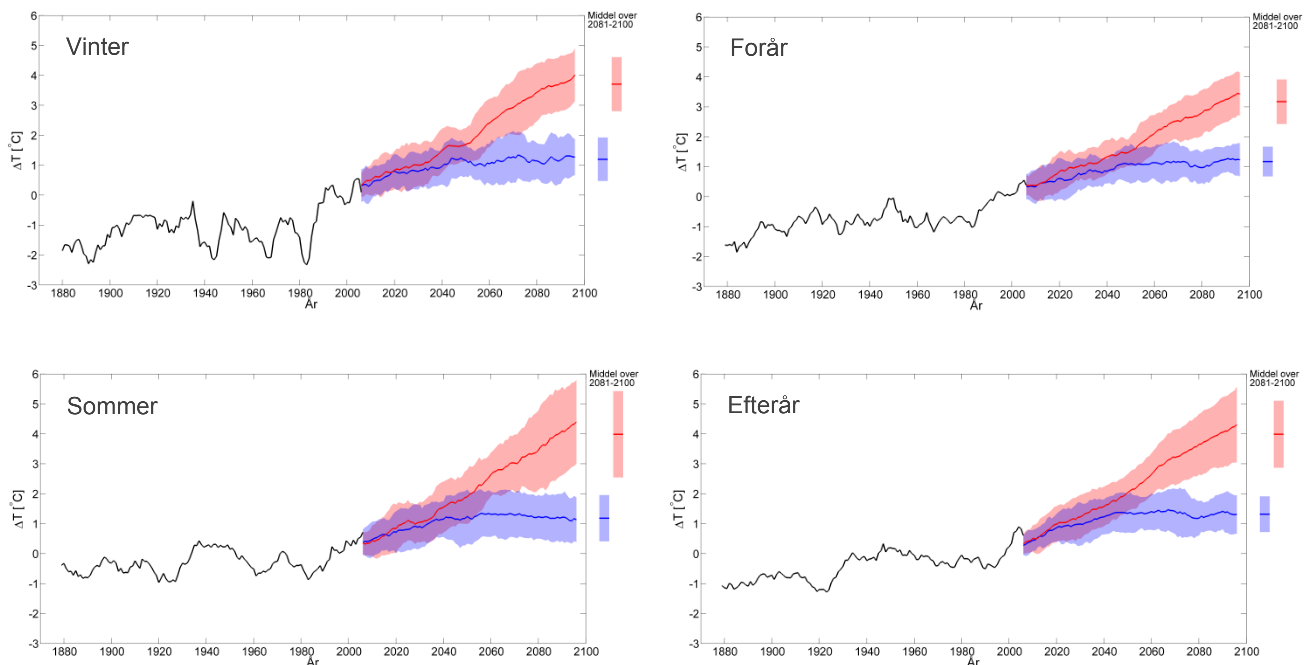
Figur 2 viser udviklingen i årsmiddeltemperatur i forhold til referenceperioden 1986-2005. De sorte kurver viser de observationsbaserede landstal. De røde og blå kurver er baseret på de globale klimamodeller (CMIP5) med angivelse af usikkerheder i lys rød og lys blå for hhv. RCP8.5 og RCP2.6. De grønne og orange kurver viser fremskrivninger beregnet af CRES foretaget med en koblet regional klimamodel med øget hensyntagen til danske forhold.

År-til-år variationen for observationerne i Figur 2 er markant større, end det er tilfældet for simuleringerne. Tilsvarende for simuleringerne med CRES modellen. Det skyldes, at temperaturudviklingen frem i tiden er simuleret med et ensemble af 23 globale klimamodeller og repræsenteret her som en middelværdi af alle modelsimuleringerne.



Figur 2: Figuren viser ændring i årlig middeltemperatur i Danmark i forhold til referenceperioden 1986-2005. Sort kurve: Observationer fra 1874 til 2005. Blå og rød kurve: Modelsimulering for perioden 2005-2100 for henholdsvis RCP2.6-scenariet og RCP8.5-scenariet. De skraverede områder omkring angiver vurderede usikkerheder på temperaturstigningerne. For de samme scenarier er med hhv. grøn og orange angivet resultater baseret på CRES' detaljerede koblede klimamodel for Danmark. For alle scenarie-kurverne er der anvendt et glidende 10-års-middel. Til højre ses middeltemperaturstigningerne for de sidste 20 år af simuleringen. Kilde: Observationsdata: DMI; Modelsimuleringer: CMIP5 og CRES (Centre for Regional Change in the Earth System)

Temperaturændringerne opdelt på årstider viser, at der er en lille forskel på opvarmningen for de forskelige årstider. Temperaturen stiger lidt mere om sommeren og efteråret end om vinteren og foråret for det kraftige RCP8.5-scenarie. Se Figur 3.



Figur 3 Temperaturændringer i Danmark for de fire årstider. Observationer fra 1874 til 2005 er angivet med sort kurve og modelsimuleringer for perioden 2005-2100 for RCP2.6-scenariet og RCP8.5-scenariet er angivet med henholdsvis blå og rød kurve som ændringer i forhold til referenceperioden 1986-2005. De skraverede områder omkring angiver +/- 1 standardafvigelse for RCP-simuleringerne. Kilde: Observationsdata: DMI; Modelsimuleringer: CMIP5.

Den observerede temperaturudvikling i Danmark følger i store træk den globale opvarmning. I slutningen af dette århundrede (2081-2100) forventes en temperaturstigning i Danmark på omkring 1,2ºC både sommer og vinter i forhold til referenceperioden 1986-2005 for det milde scenarie RCP2.6. Tilsvarende forventes en opvarmning på hhv. 4,0ºC og 3,7ºC for det høje scenarie RCP8.5. Se Tabel 4.

Temperatur [˚C]	RCP2.6	RCP8.5
Årlig	1,2 (±0,5)	3,7 (±1,0)
Vinter	1,2 (±0,7)	3,7 (±0,9)
Forår	1,2 (±0,5)	3,2 (±0,8)
Sommer	1,2 (±0,8)	4,0 (±1,5)
Efterår	1,3 (±0,6)	4,0 (±1,1)

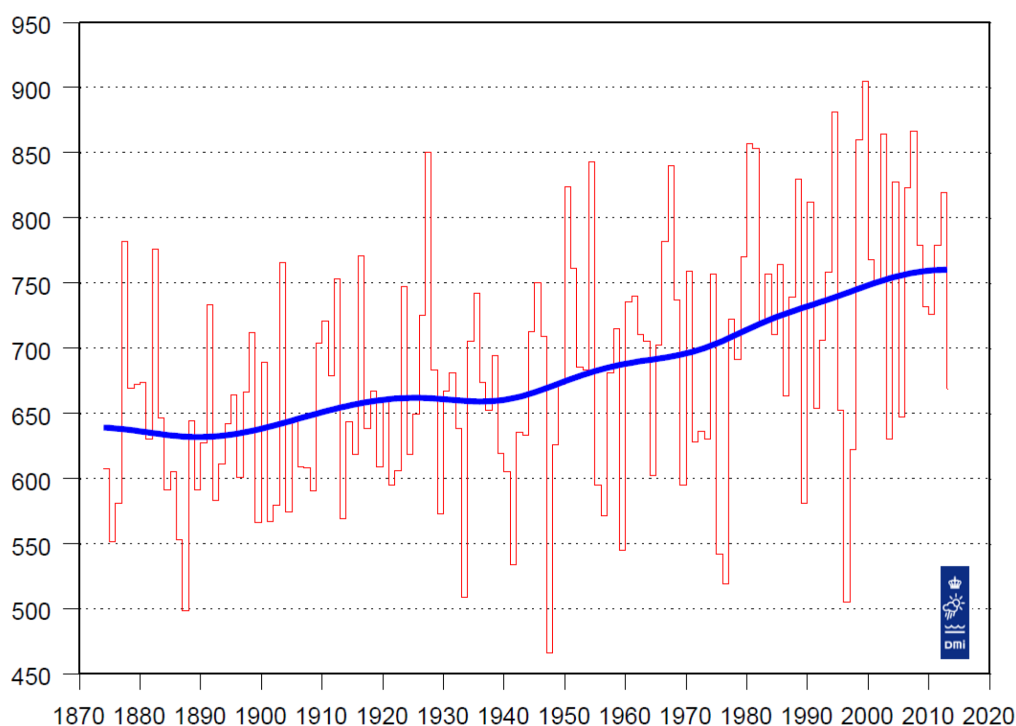
Tabel 4. Temperaturændringer for Danmark. Temperaturangivelsen er ændringer i grader Celsius i forhold til referenceperioden 1986-2005. Fremskrivningen til 2100 dækker over gennemsnittet over perioden 2081-2100. Tallene er angivet for hvert af de to scenarier RCP2.6 og RCP8.5. Tallene i parentes angiver usikkerheden (+/- standardafvigelsen) på middelværdien for samtlige 23 model-kørsler. Kilde: CMIP5.

3.2 Nedbør

Den gennemsnitlige årlige nedbør i Danmark har været tiltagende siden midten af sidste århundrede, og dette forventes at fortsætte i løbet af dette århundrede. Ser man isoleret på sommernedbøren, forholder det sig en smule anderledes. Danmark ligger nemlig på grænsen mellem områder med mere sommernedbør i Nordeuropa og områder med mindre sommernedbør i Sydeuropa. Derfor forventes middelnedbøren om sommeren ikke at ændre sig meget i løbet af dette århundrede.

3.2.1 Observationer

Den årlige nedbør på landsplan er steget med omkring 100 mm de seneste 150 år. Desuden var der tilsyneladende længere mellem kraftige nedbørshændelser med mere end 100 mm på få timer i sidste århundrede, end det indtil videre har været tilfældet i dette århundrede. Der er formentlig både et bidrag fra tilfældige klimavariationer og fra menneskeskabte påvirkninger i disse ændringer.



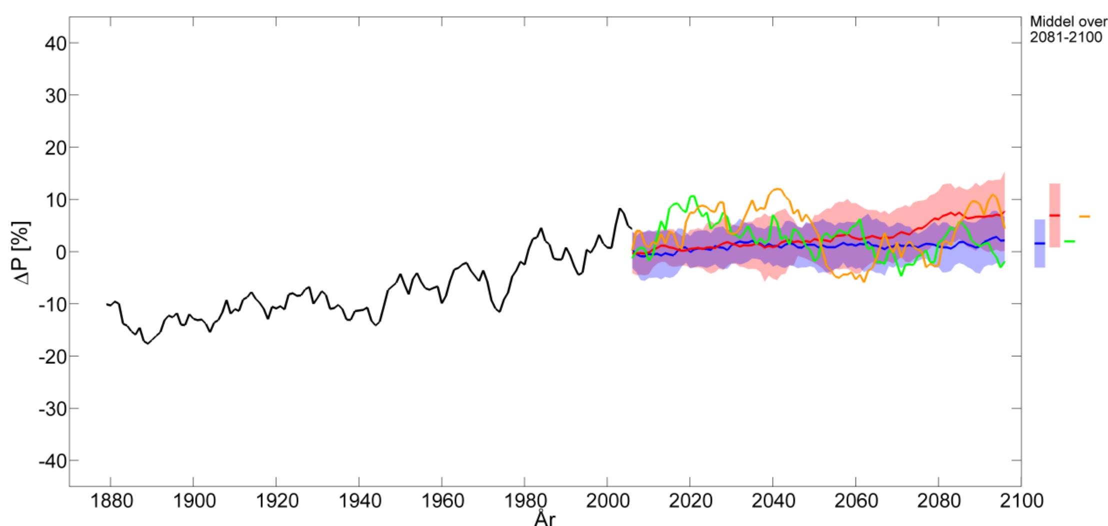
Figur 4. Danmarks årsnedbør siden 1874 [mm]. Værdierne er beregnede landsgennemsnit på basis af et antal udvalgte målestationer. Den blå kurve repræsenterer gennemsnittet over 9 år. Kilde: DMI Teknisk rapport 14.01.

3.2.1 Projektioner

Den globale opvarmning forøger atmosfærens indhold af vanddamp, hvilket fører til en stigning i den globale nedbør. Også for Danmark peger klimamodellerne på, at den globale opvarmning medfører et ændret nedbørsmønster både med hensyn til mængden og intensiteten af nedbøren.

Modelberegningerne tegner et billede af, at Danmark i fremtiden kommer til at ligge på grænsen mellem to zoner, hvor mængden af sommernedbør i det nordlige Skandinavien generelt stiger, mens den falder i det centrale, østlige og sydlige Europa. Frem mod slutningen af det 21. århundrede viser modelstudier generelt en tendens til mere nedbør i de nordligste dele af Europa, herunder i Danmark.

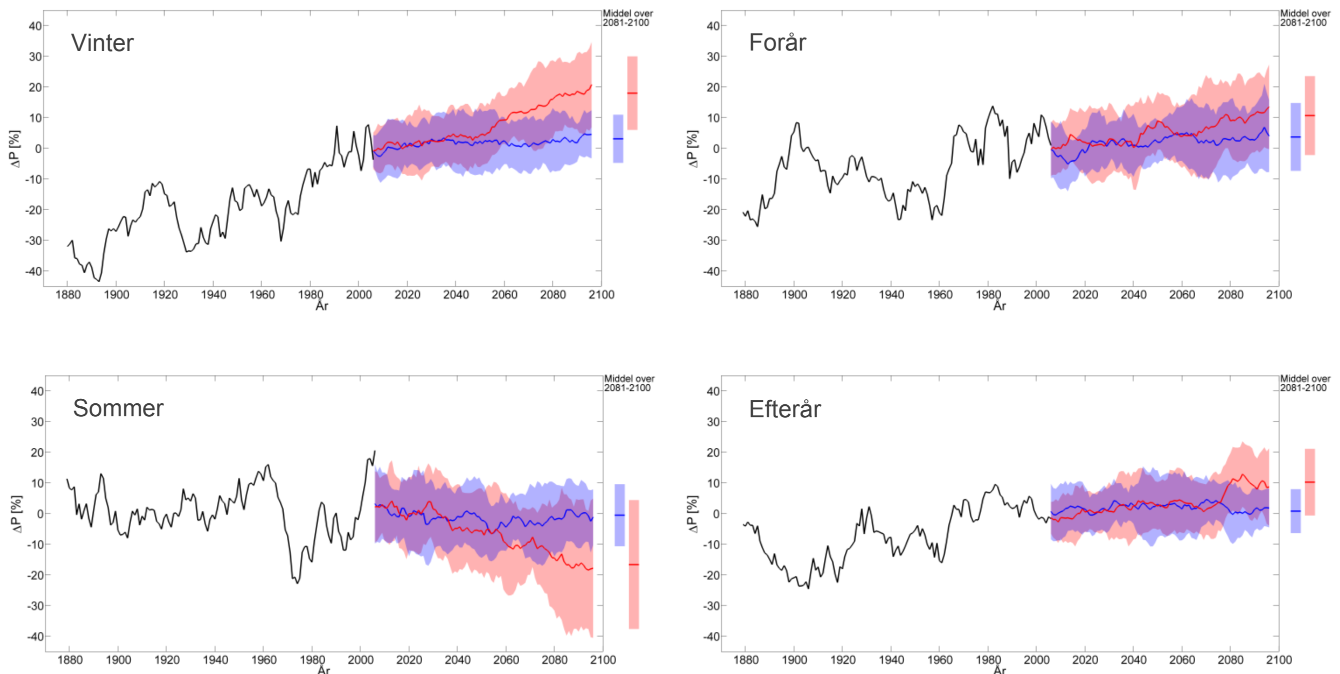
År-til-år variationen for kurven med observationer i Figur 5 er markant større, end det er tilfældet for simuleringerne. Det skyldes, at udviklingen frem i tiden er simuleret med et ensemble af 23 globale klimamodeller og repræsenteret her som en middelværdi af alle modelsimuleringerne.



Figur 5: Figuren viser årlige nedbørsændringer i Danmark i procent i forhold til referenceperioden 1986-2005. Sort kurve: Observationer fra 1874 til 2005. Blå og rød kurve: Modelsimulering for perioden 2005-2100 for henholdsvis RCP2.6-scenariet og RCP8.5-scenariet. De skraverede områder omkring angiver vurderede usikkerheder på nedbørsændringen. For de samme scenarier er med hhv. grøn og orange angivet resultater baseret på CRES' detaljerede koblede klimamodel for Danmark. For alle scenarie-kurverne er der anvendt et glidende 10-års-middel. Til højre ses den gennemsnitlige nedbørsændring for de sidste 20 år af simuleringen. Kilde: Observationsdata: DMI; Modelsimuleringer: CMIP5 og CRES.

Ændringerne i nedbør frem mod 2100 fordeler sig forskelligt på de fire årstider. Det viser modelberegningerne illustreret i Figur 6. Den største stigning i nedbør ses om vinteren, hvor den forventede stigning allerede viser sig og vil fortsætte frem mod år 2100. Omvendt forventes en reduktion i sommernedbøren. Det viser gennemsnittet af modelensemblet på 23 globale klimamodeller.

Det fremgår af både usikkerhederne i parenteserne i Tabel 5 og usikkerhederne (skraveret) i figur 6, at spændet i modelresultaterne generelt er relativt stort for nedbøren - særligt om sommeren.



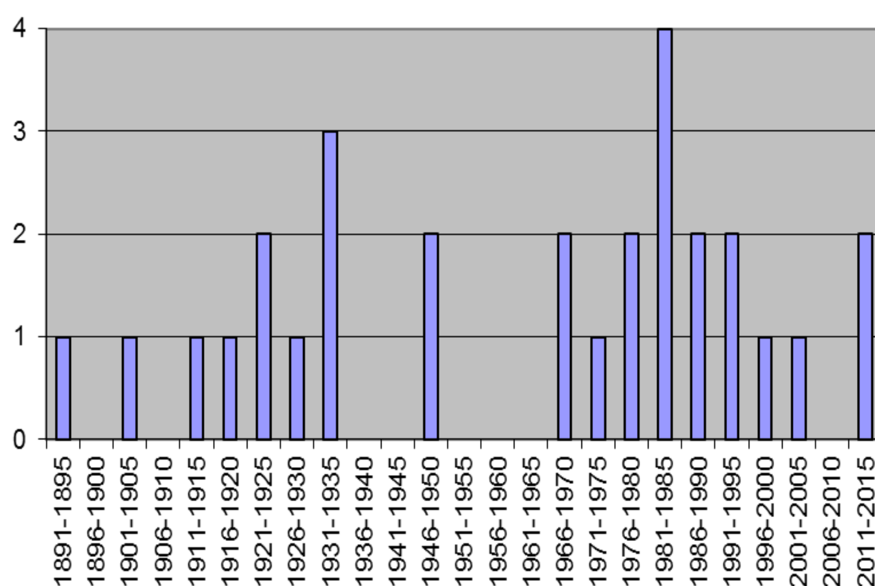
Figur 6. Nedbørsændringer i Danmark for de fire årstider. Observationer fra 1874 til 2005 er angivet med sort kurve og modelsimuleringer for perioden 2005-2100 for RCP2.6-scenariet og RCP8.5-scenariet er angivet med henholdsvis blå og rød kurve som ændringer i forhold til referenceperioden 1986-2005. De skraverede områder omkring angiver +/- 1 standardafvigelse for RCP-simuleringerne. Kilde: Observationsdata: DMI; Modelsimuleringer: CMIP5.

Nedbør [%]	**RCP2.6**	**RCP8.5**
Årlig	1,6 (± 4,6)	6,9 (± 6,1)
Vinter	3,1 (± 7,9)	18,0 (± 12,0)
Forår	3,7 (± 11,1)	10,7 (± 12,6)
Sommer	-0,5 (± 9,6)	-16,6 (± 21,0)
Efterår	0,8 (± 7,2)	10,2 (± 10,9)

Tabel 5 Nedbørsændringer for Danmark. Nedbørsændringerne er angivet som procentvise ændringer i forhold til referenceperioden 1986-2005. Fremskrivningen 2100 dækker over gennemsnittet over perioden 2081-2100. Tallene er angivet for hvert af de to scenarier RCP2.6 og RCP8.5. Tallene i parentes angiver usikkerheden (+/- standardafvigelsen) på middelværdien for samtlige 23 modelkørsler. Kilde: CMIP5

3.3 Vind

Historisk set har vindmønstrene i Danmark været varierende, og set over hele perioden siden 1890 er der ikke umiddelbart nogen klar tendens. Ikke desto mindre har DMI de seneste årtier registreret, at orkaner og orkanagtige storme er forekommet hyppigere end før 1965, jævnfør Figur 7 samt stormlisten i appendiks.



Figur 7. Antallet af danske orkaner og orkanagtige storme(kategori 3 og 4 storme) angivet i 5-årsintervaller siden 1891. Se stormlisten i appendiks for mere information. Kilde: DMI Teknisk rapport 14-14.

En global opvarmning ændrer på de typiske vindmønstre, som vi kender dem i dag. Fremtidige ændringer af vindmønstre er sværere at kortlægge, end det for eksempel er tilfældet for klimaparametre som temperatur og nedbør. Det gør vurderingerne af fremtidens vindforhold i Danmark mindre sikre.

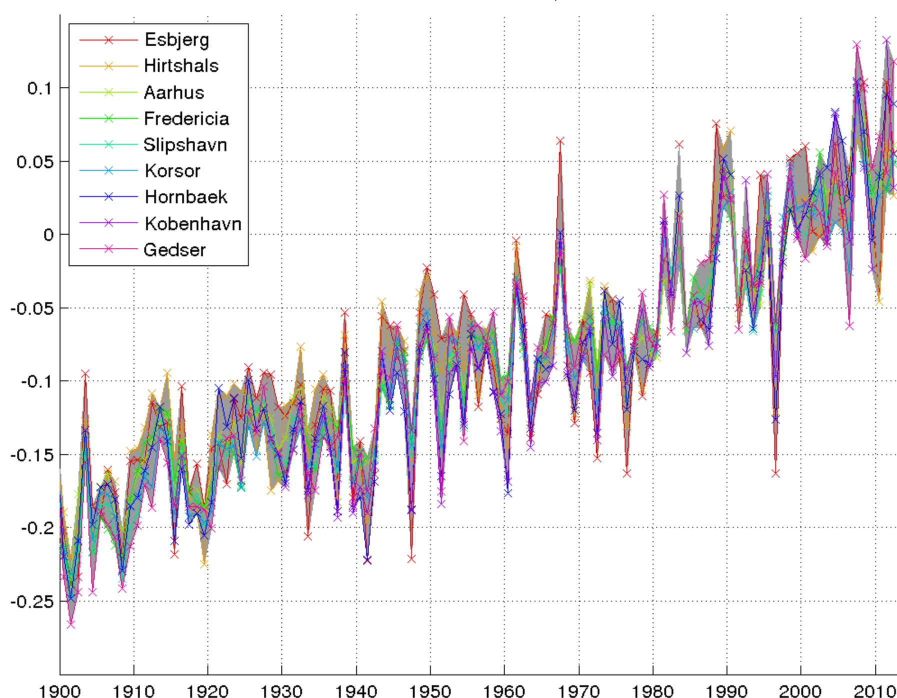
Vurderingen på baggrund af resultater fra et ensemble af klimamodeller (ENSEMBLES, 2009) viser en svagt tiltagende middelvind både om sommeren og vinteren. Den dominerende vindretning vil sandsynligvis i højere grad komme direkte fra vest. Desuden tiltager styrken i storme og orkaner. En mere vestlig vindretning og øget stormstyrke påvirker sammen med det stigende havniveau stormflodshøjden, særligt i Vadehavet. Læs mere herom i næste afsnit om havniveauændringer.

3.4 Havniveau

Fremtidige vandstandsstigninger afhænger af afsmeltningen af sne og is samt vandets opvarmning. Størrelsen af isafsmeltningen er forbundet med stor usikkerhed. Her præsenteres observationer af vandstanden siden 1900 korrigeret for landhævning og scenarier for fremtidens havniveaustigninger.

3.4.1 Observationer

Den observerede vandstand ved alle danske kyster undtagen i Nordjylland er stigende, og stigningerne forventes at blive kraftigere i de næste 100 år på grund af klimaforandringer. Se Figur 8 og 9. Forskellene på den observerede vandstand skyldes primært landhævning, og når der er korrigeret for denne, viser alle målestationer med lange tidsserier, at vandstanden er steget i gennemsnit 1,7-2,2 (± 0,3) mm/år omkring Danmark. Det er meget tæt på det globale gennemsnit.



Figur 8: Observeret årlig middel vandstand ved 9 danske stationer (farvede kryds og streger) samt "patch" (grå skygge) brugt til videre formidling.

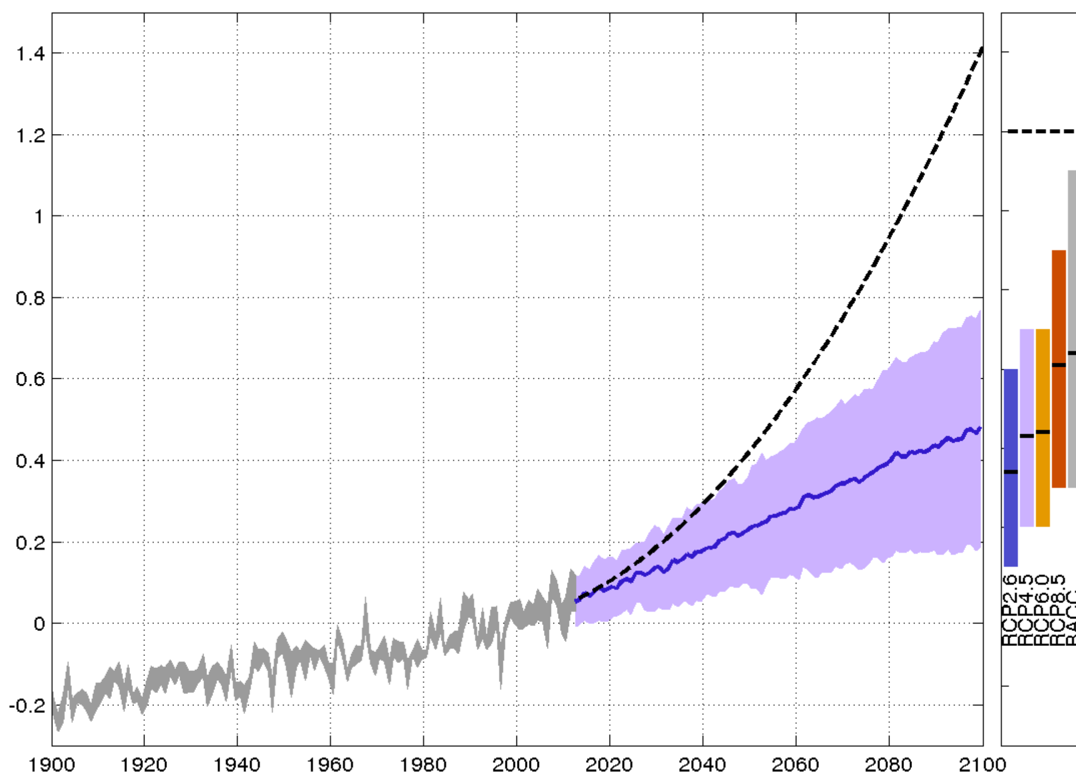
3.4.2 Projektioner

Den fremtidige udvikling i vandstanden afhænger af den fremtidige udledning af drivhusgasser, og af hvordan havet, iskapper og gletsjere reagerer på temperaturændringerne. Det forventes, at middelvandstanden vil stige som opsummeret i Tabel 6 og Figur 9.

Ændringer i middelvandstand [meter]	Global middel	Danmark	Kilde
RCP2.6	0,40 (0,26 – 0,54)	0,34 (0,1 – 0,6)	IPCC AR5
RCP4.5	0,47 (0,32 – 0,62)	0,43 (0,2 – 0,7)	IPCC AR5
RCP6.0	0,47 (0,33 – 0,62)	0,44 (0,2 – 0,7)	IPCC AR5
RCP8.5	0,62 (0,45 – 0,81)	0,61 (0,3 – 0,9)	IPCC AR5
A1B	0,52 (0,36 – 0,69)	-	IPCC AR5
A1B – BACC	-	0,64 (0,3 – 1,1)	BACC2 (2014, in press)
DMI's øvre bud	-	1,2	DMI

Tabel 6: Absolut middelvandstandsstigning globalt og for Danmark, 1986-2005 til 2081-2100 [m].DMI's øvre bud er til brug for usikkerhedsestimater. Kilde: AR5, BACC og DMI.

Ifølge IPCC's seneste klimarapport, AR5, forventes vandstanden omkring Danmark at stige 0,1-0,6 m for det mest optimistiske scenarie (RCP2.6), 0,2-0,7 m for et middel scenarie og 0,3-0,9 m for det højeste scenarie (RCP8.5). Tallene gælder for slutningen af århundredet (2081-2100) i forhold til referenceperioden 1986-2005. For den samme periode vurderes det i BACC2 (BALTEX Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin 2009-2014) at stigningen vil være 0,3-1,1 m for et middelhøjt scenarie (A1B). DMI vurderer, at den øvre grænse for stigningen er på 1,2 m.



Figur 9: Den absolutte middelvandstand ved Danmark i meter for årene 1900-2100. Den grå skygge for år 1900-2012 viser den observerede årlige middelvandstand ved danske vandstandsmålere, korrigeret for landhævning. Den blå streg for år 2012-2100 viser IPCC's bedste estimat af middelvandstanden i Nordsøen for RCP4.5 scenariet, og skyggen angiver usikkerheden for dette scenarie. Den stiplede linje angiver DMI's estimat af en øvre grænse for vandstandsstigninger til brug for usikkerhedsberegninger. I højre side af figuren vises middelværdi og usikkerheder for de fire IPCC scenarier samt for BACC's vurdering af A1B scenariet for perioden 2081-2100. Den stiplede linje viser DMI's øvre bud for denne periode.

Stigningen kompenseres delvist af landhævninger, særligt for nordlige områder, ligesom der kan være mindre forskelle i vandstandsændringerne mellem landsdelene. Ændringerne i middelvandstand vil sammen med ændrede vindmønstre føre til øgede stormflodshøjder, særligt i Vadehavet.

Det største bidrag til ændringer i stormflodshøjder forventes at blive den generelle ændring i havniveauet og effekten på kystlinjen af de ændrede vindretninger. Derudover estimeres det, at stormflodshøjden langs den jyske vestkyst kan øges med op til 0,3 m frem mod år 2100 på grund af ændrede vindmønstre, mens der ikke forventes øget amplitude i de indre danske farvande (AR4). Den øgede vandstand har stor betydning for, hvor ofte en given tærskelværdi vil blive overskredet. Ved København er en 100 års hændelse i dag på 1,5 meter. Det vil sige en hændelse, der er så ekstrem, at den statistisk kun viser sig med 100 års mellemrum. Hvis middelvandstanden stiger 0,5 meter, vil niveauet blive nået hvert andet år.

3.5 Ekstremer og specifikke klimaparametre

Den globale opvarmning medfører både ændringer i hyppighed, intensitet og varighed af ekstreme vejrbegivenheder. Danmark får flere og længerevarende hedebølger, især på regionalt plan. Vi får ændrede nedbørsmønstre med somre præget af længere tørre perioder og flere kraftige nedbørshændelser, og vintrene vil generelt være præget af øget nedbør. Antallet af frostdøgn vil falde markant, mens vækstsæsonen bliver længere. Og som nævnt i foregående afsnit vil ændringerne i havniveau sammen med ændrede vindmønstre føre til øgede stormflodshøjder, særligt i Vadehavet.

På globalt niveau
I IPCC's femte hovedrapport vurderes det, at de samme tendenser gør sig gældende på verdensplan. Det er meget sandsynligt, at fremtidens klima indebærer højere temperaturer, flere længere og varmere hedebølger og flere kraftige nedbørshændelser. Og det er sandsynligt med flere tørkeperioder og stigende havniveau, omend de regionale forskelle er store. Flere orkaner er kun overvejende sandsynligt i Nordatlanten og det nordlige Stillehav.

I Danmark
Vi kan forvente flere kraftige nedbørshændelser om sommeren i Danmark på trods af, at somrene sandsynligvis bliver mere tørre over store dele af det europæiske kontinent. Endvidere kan vi forvente, at de kraftigste nedbørshændelser bliver endnu kraftigere, og at det er de mest ekstreme hændelser, som øges mest således at både hyppighed og intensitet øges. Det fremgår blandt andet af en analyse af et ensemble af 13 regionale klimamodeller fra projektet ENSEMBLES. Eksempelvis vil de procentvise ændringer i antal døgn med nedbør større end 20mm per døgn stige mere, end det er tilfældet for døgnnedbør større end 10mm. Se Tabel 7. Tallene er behæftet med stor usikkerhed, men illustrerer alligevel de generelle konklusioner: De største ændringer forekommer for de voldsomste og sjældneste begivenheder, og ændringerne bliver større, som de menneskeskabte klimaforandringer vokser.

Scenarier SRES
Fremskrivningerne for ekstreme vejrhændelser i Danmark er lavet på baggrund af klimamodeller, som benytter A1B-scenariet, som er et af SRES-scenarierne, der blev brugt til IPCC's foregående klimarapport, AR4. A1B-scenariet kan med en strålingsforcering på omkring 4 watt pr. kvadratmeter i år 2100 sammenlignes med det nye RCP4.5-scenarie, som har en strålingsforcering på 4,5 watt pr. kvadratmeter i år 2100.

Klimaparametre
Data i Tabel 7 er for hele landet. Det skal bemærkes, at ekstremværdier baseret på gitterpunkts-modeller generelt vil være mindre end observerede ekstremer, der normalt bygger på punktmålinger: Til ethvert tidspunkt kender modellen kun til middelværdier over de ca. 25 km x 25 km, som udgør en gitterboks. Denne tendens er især tydelig for kraftig nedbør, der har en stor rumlig variabilitet. Det skal yderligere bemærkes, at de modelbaserede ændringer i klimaparametre vil have en lavere usikkerhed end, hvad der fremgår for periodeværdierne i Tabel 7. Det skyldes, at fx en model, der er varmere end gennemsnittet i nutiden også normalt vil være varmere i fremtiden.

De mest iøjnefaldende ændringer i tabellen ses for parametre, der er defineret i forhold til overskridelser af bestemte grænseværdier, såsom antal frostdøgn og nedbørshændelser over 20 mm. Danmarks geografiske placering, hvor vi har gennemsnitstemperaturer under 0 grader i en enkelt måned om året, gør antallet af frostdøgn til en meget følsom parameter over for en generel opvarmning. Dette afspejles yderligere i en kraftig reduktion i antallet af frysepunktspassager, hvilket er relevant for fx vejsaltning og i det gennemsnitlige snedække om vinteren, som også reduceres kraftigt mod slutningen af århundredet.

Som det fremgår af Tabel 4 ovenfor, vil temperaturen i Danmark stige både sommer og vinter, og i den forbindelse vil vi opleve betydelige ændringer i forekomsten af hedebølger. Grænseværdien på 28 ºC overskrides sjældent i det nuværende klima, men den forventede opvarmning på 4 ºC i slutningen af dette århundrede for det kraftige RCP8.5-scenarie vil øge antallet af overskridelser drastisk.

Indices	**1990**	**2050**	**2100**
Frostdøgn [døgn/år]	85 (± 8)	61 (± 7)	29 (± 5,3)
Vækstsæson [døgn/år]	230 (± 11)	270 (± 12)	300 (± 11)
Varme sommernætter [døgn/år]	8 (± 4)	13 (± 4)	44 (± 13)
Nedbørshændelser > 10 mm [døgn/år]	19 (± 2)	22 (± 2)	26 (± 3)
Nedbørshændelser > 20 mm [døgn/år]	2 (± 0,3)	3 (± 0,5)	5 (± 0,7)
Årets største døgnsum [mm]	70 (± 8)	75 (± 8)	81 (± 10)
Årets største 5-døgnssum [mm]	94 (± 6)	100 (± 5)	108 (± 7)
Middelintensitet af nedbør [mm/døgn]	5,0 (± 0,2)	5,2 (± 0,2)	5,6 (± 0,2)
Hedebølgedage [døgn/år]	1,5 (± 0,6)	2,8 (± 1,0)	5,0 (± 2,6)
Længste hedebølge [døgn]	3,2 (± 0,7)	4,2 (± 0,9)	5,6 (± 1,9)
Varmebølgedage [døgn/år]	5,8 (± 1,4)	8,7 (± 2,2)	13,9 (± 4,7)
Længste varmebølge [døgn]	6,9 (± 1,1)	8,2 (± 1,4)	10,1 (± 3,3)

Tabel 7. Klimaparametre for Danmark. En række klimaparametre er angivet for 1990, 2050 og 2100. Tallene i de tre kolonner repræsenterer midler over perioderne: 1961-1990, 2021-2050 og 2071-2100. Alle tal er fra modelkørsler med opløsning 25 x 25 km, og derfor vil de beregnede eks-

tremværdier generelt være mindre end observerede ekstremer, der normalt vil bygge på punktmålinger. Til fremskrivningerne er benyttet A1B-scenariet. Usikkerheden angiver den ensemble-baserede standardafvigelse på ensemble-middelværdien af 14 klimamodelkørsler for 1990 og 2050 og 8 kørsler for 2100. Bemærk, at der ikke er taget højde for, at 1990-værdierne kan være lidt forskellige, afhængigt af, om det er de 8 eller de 14 kørsler, der benyttes. Definitionerne for de enkelte klimaparametre er beskrevet i følgende Tabel 8.

Klimaparametre	**Forklaring**
Frostdøgn	Antallet af døgn om året, hvor laveste temperatur er under frysepunktet.
Vækstsæson	Vækstsæsonens længde er antallet af dage fra årets første 6 sammenhængende dage med daglige middeltemperaturer over 5 °C til årets sidste 6 sammenhængende dage med daglige middeltemperaturer over 5 °C.
Varme sommernætter	Antallet af sommernætter om året, hvor temperaturen om natten er over 20 °C.
Nedbørshændelser > 10mm	Antallet af døgn om året med mere end 10 mm nedbør.
Nedbørshændelser > 20mm	Antallet af døgn om året med mere end 20 mm nedbør.
Årets største døgnsum	Samlet mængde nedbør i det døgn på året med mest nedbør i det gitterpunkt, hvor værdien er størst.
Årets største 5-døgnssum	Samlet mængde nedbør over de 5 sammenhængende døgn på året med mest nedbør midlet over Danmark.
Middelintensitet af nedbør	Middelnedbør for alle døgn med mere end 1 mm daglig nedbør.
Hedebølgedage	Antallet af årlige landsdækkende hedebølgedage. En hedebølge er defineret ved, at midlet af de højeste registrerede temperaturer målt over tre sammenhængende dage overstiger 28 °C. Ved en landsdækkende hedebølge, har mindst halvdelen af landet hedebølge.
Længste hedebølge	Længden af den længste hedebølge midlet over en 30 års periode.

Varmebølgedage	Antallet af årlige landsdækkende varmebølgedage. En varmebølge er defineret ved, at midlet af de højeste registrerede temperaturer målt over tre sammenhængende dage overstiger 25 °C. Ved en landsdækkende varmebølge, har mindst halvdelen af landet varmebølge.
Længste varmebølge	Længden af den længste varmebølge midlet over en 30 års periode.

Tabel 8. Definitioner af klimaparametre.

4. Vidensgrundlag

Det nuværende vidensgrundlag om fremtidige klimaforandringer i Danmark, som er præsenteret ovenfor, er baseret på IPCC's RCP-scenarier fra den femte hovedrapport og SRES-scenarierne fra den fjerde hovedrapport. Der er behov for en stadig opdatering af det vidensgrundlag, som understøtter de lokale klimatilpasningsindsatser og de kommende handlingsplaner. Uden en sådan opdatering vil de danske klimatilpasningsbeslutninger i løbet af nogle år skulle træffes på et forældet grundlag.

En række modeleksperimenter med de nye RCP-scenarier er udført med globale klimamodeller fra CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project) databasen og udgør samtidig det vidensgrundlag for den seneste hovedrapport fra IPCC, AR5. Således afspejler denne rapport også den nyeste, opdaterede viden på området.

Den danske klimatilpasningsindsats bør også fremover baseres på data fra regionale modeller, heriblandt den danske HIRHAM-model, der er gennemtestet og verificeret grundigt for Danmark. Globale modeller giver ikke den fornødne repræsentation af geografiske forhold og kvalitet af data for det danske område.

Tilsvarende er der behov for løbende at opdatere datagrundlaget for klimaforandringers effekter på vandkredsløbet. Med et nyt grundlag med hensyn til klimamodeller og RCP-scenarier samt løbende forbedringer af den nationale vandressourcemodel (DK-modellen) er der mulighed for at reducere usikkerhederne i forudsigelserne af klimaeffekter på grundvandsdannelse og grundvandsstand samt på overfladevand, herunder oversvømmelser.

Det må forventes, at der løbende opnås en bedre forståelse af hvilke specifikke behov for data, der er lokalt og i forskellige sektorer for understøttelse af klimatilpasningsindsatsen, samt hvorledes der kan fremskaffes yderligere vidensgrundlag til dækning af disse behov.

5 Referencer

Boberg F (2010): Weighted scenario temperature and precipitation changes for Denmark using probability density functions for ENSEMBLES regional climate models. Danish Climate Centre Report 10-03, http://www.dmi.dk/dmi/dkc10-03.pdf

Cappelen J (2014): Storm og ekstrem vind i Danmark – opgørelser og analyser til og med august 2014. DMI Teknisk rapport 14-14. Danmarks Meteorologiske Institut, http://www.dmi.dk/fileadmin/user_upload/Rapporter/TR/2014/tr14-14.pdf

Cappelen J (ed.) (2014) Danmarks Klima. DMI Teknisk rapport 14-01, Danmarks Meteorologiske Institut, http://www.dmi.dk/fileadmin/user_upload/Rapporter/TR/2014/Tr14-01.pdf

Cappelen, J (2014): Ekstrem nedbør i Danmark – opgørelser og analyser til og med 2013. DMI Teknisk rapport 14-12, Danmarks Meteorologiske Institut, http://www.dmi.dk/fileadmin/user_upload/Rapporter/TR/2014/tr14-12.pdf

Christensen JH, Boberg F, Christensen OB, Lucas-Picher P (2008): On the need for bias correction of regional climate change projections of temperature and precipitation. Geophys. Res. Lett., 35, L20709, doi:10.1029/2008GL035694

Christensen JH, Räisänen J, Iversen T, Bjørge D, Christensen OB, Rummukainen M (2001): A synthesis of regional climate change sumulations – A Scandinavian perspective. Geophys. Res. Lett., VOL.28, NO. 6, P. 1003, doi:10.1029/2000GL012196.

Christensen JH, Hewitson B, Busuioc A, Chen A, Gao X, Held I, Jones R, Kolli RK, Kwon W-T, Laprise R, Magaña Rueda V, Mearns L, Menéndez CG, Räisänen J, Rinke A, Sarr A, Whetton P (2007): Regional Climate Projections, Chapter 11 in: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA

IPCC/DMI (2008): Klimaændringer 2007: Synteserapport – sammendrag for beslutningstagere. Intergovernmental Panel on Climate Change & Danmarks Meteorologiske Institut.

IPCC (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.

IPCC (2007): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I

to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp

van der Linden P, Mitchell JFB (eds) (2009): ENSEMBLES: Climate change and its impacts at seasonal, decadal and centennial timescales. Summary of research and results from the ENSEMBLES project. Met Office Hadley Centre, Exeter, United Kingdom

Tidligere rapporter fra Danmarks Meteorologiske Institut kan findes på adressen:
http://www.dmi.dk/dmi/dmi-publikationer.htm

Data:

ENSEMBLES 2009, http://ensemblesrt3.dmi.dk/

CMIP5, Coupled Model Intercomparison Project, http://cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/index.html

CRES, Centre for Regional Change in the Earth System, http://cres-centre.net

BACC II: BALTEX Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin 2009-2014 kapitel 4.3.4: Changes in the Baltic Sea Level.

KLIMA-, ENERGI- OG BYGNINGSMINISTERIET

6 Appendiks

6.1 Stormliste

Period Days	Year	Remarks	Classification Date	Index
4-5/1	1891	Snow storm	5/1-1891	*2
10-11/12	1891		11/12-1891	SW2
24-25/6	1892		25/6-1892	W1
12/2	1894		12/2-1894	W2
25-25/3	1895	Strong storm	25/3-1895	W3
6-7/12	1895		7/12-1895	W2
30-31/1	1898		31/1-1898	W2
24-25/3	1898		25/3-1898	E2
11-12/5	1898		12/5-1898	W1
14/7	1898	Jylland	14/7-1898	NW2
24-25/7	1898		25/7-1898	NW1
31/8	1898		31/8-1898	W1
17/10	1898		17/10-1898	E1
18/10	1898		18/10-1898	E1
19/10	1898		19/10-1898	E1
2-3/12	1898		3/12-1898	SW1
10-11/12	1898		11/12-1898	W1
27/12	1898		27/12-1898	SW1
17/8	1899		17/8-1899	W1
22-23/9	1899		23/9-1899	W1
24/11	1899		24/11-1899	W1
16-17/2	1900	Snow storm	17/2-1900	*1
17-18/2	1900	Snow storm	18/2-1900	*1
25-26/12	1902	Hurricane-like (The “1902 Christmas” Storm)	26/12-1902	w4
17/1	1905		17/1-1905	SE1
31/1	1905		31/1-1905	W1

27-28/11	1905	Nordjylland	28/11-1905	w2
13/3	1906		13/3-1906	W1
25/3	1906	Snow storm	25/3-1906	*1
28/3	1906		28/3-1906	W1
13/1	1907		13/1-1907	W1
21/2	1907		21/2-1907	W1
16/8	1907	Nordjylland	16/8-1907	W1
8/1	1908	Snow storm, Nordjylland	8/1-1908	*1
8/2	1908		8/2-1908	NW1
13/11	1909	Snow storm	13/11-1909	*1
3-4/12	1909	Snow storm	3/12-1909	*se1
20/12	1909		20/12-1909	W2
24-25/1	1910	Snow storm	25/1-1910	*1
25-26/1	1910	Snow storm	26/1-1910	*1
24-25/2	1911		25/2-1911	W2
5-6/11	1911	Strong storm	6/11-1911	W3
14/12	1912		14/12-1912	W2
31/1	1913		31/1-1913	S2
19/11	1913		19/11-1913	W2
4/12	1913		4/12-1913	SW2
28/9	1914		28/9-1914	W2
24/12	1915	Snow storm, Jylland	24/12-1915	*1
15/1	1916		15/1-1916	W1
16/2	1916	Strong storm, Sydvestjylland	16/2-1916	w3
24/12	1916		24/12-1916	X1
8/3	1917		8/3-1917	E2
14/9	1917		14/9-1917	W1
21/9	1917		21/9-1917	W1
13/10	1917		13/10-1917	W1
25/10	1917		25/10-1917	W1
27/11	1917		27/11-1917	W1
23/8	1918	Nordjylland	23/8-1918	w1

DMI

KLIMA-, ENERGI- OG BYGNINGSMINISTERIET

29/1	1920		29/1-1920	SE1
19/1	1921		19/1-1921	NW1
22/1	1921		22/1-1921	W1
18/6	1921		18/6-1921	NW1
23-24/10	1921	Hurricane-like, The “Ulvsund” storm	24/10-1921	n4
1-2/11	1921		2/11-1921	W1
17-18/12	1921		18/12-1921	W2
31/12	1921	Strong storm	31/12-1921	W3
20/9	1922		20/9-1922	W1
30/8	1923		30/8-1923	w1
9-10/10	1923		10/10-1923	W1
16/12	1923		16/12-1923	W2
24/12	1923	Snow storm, The “Christmas” snow storm	24/12-1923	*1
10/9	1924		10/9-1924	W2
2-3/1	1925		3/1-1925	W1
14/6	1925		14/6-1925	W1
4/11	1925	The southern parts of Denmark	4/11-1925	w2
10/10	1926	The southern parts of Denmark	10/10-1926	w2
2-3/10	1927	Strong storm	3/10-1927	W3
24/11	1928		24/11-1928	W1
11-12/10	1929	The southern parts of Denmark	12/10-1929	w2
9/10	1930		9/10-1930	W1
8-9/7	1931	Strong storm, the southeastern parts of Denmark	9/7-1931	sw3
11/10	1933	Strong storm, Jylland	11/10-1933	SW3
8/2	1934	Strong storm, Jylland	8/2-1934	NW3
27/10	1936		27/10-1936	SW1
19/1	1937		19/1-1937	E2
24/11	1938		24/11-1938	SW2
23-24/8	1940		24/8-1940	NW1
3/5	1944		3/5-1944	W1
24/2	1946	Snow storm	24/2-1946	*1

DMI

KLIMA-, ENERGI- OG BYGNINGSMINISTERIET

1/3	1947	Snow storm	1/3-1947	*1
7/3	1947	Snow storm	7/3-1947	*1
13/3	1947	Snow storm	13/3-1947	*1
1/3	1949	Snow storm	1/3-1949	*1
24/10	1949	Strong storm	24/10-1949	W3
26/10	1949	Strong storm	26/10-1949	W3
6/1	1950	Snow storm	6/1-1950	*1
28/5	1951	The eastern parts of Denmark	28/5-1951	ne1
1/12	1951	Nordjylland	1/12-1951	w2
28/1	1953	The “Holland” storm	28/1-1953	W1
11/2	1953	Snow storm	11/2-1953	*1
21/2	1953		21/2-1953	W2
16/1	1954		16/1-1954	W1
20/1	1954		20/1-1954	W1
21/1	1956		21/1-1956	W2
7-8/12	1959		8/12-1959	E1
26-27/3	1961		27/3-1961	NW1
12/2	1962		12/2-1962	W1
16-17/2	1962	The “Hamborg” storm	17/2-1962	NW2
25/6	1962		25/6-1962	NW1
23/2	1967		23/2-1967	W1
17-18/10	1967	Hurricane-like	18/10-1967	w4
15-16/1	1968	Strong storm	16/1-1968	W3
22/9	1969		22/9-1969	W2
21/11	1971	Snow storm	21/11-1971	*2
19/11	1973	Strong storm	19/11-1973	NW3
26/1	1975		26/1-1975	w2
3/1	1976	Hurricane-like, Sydvestjylland	3/1-1976	w4
24/12	1977	The southern parts of Denmark	24/12-1977	w2
28/12	1978	Snow storm, the southern parts of Denmark	28/12-1978	*1
29/12	1978	Snow storm, the southern parts of Denmark	29/12-1978	*2
30/12	1978	Snow storm, strong, the southern parts of Denmark	30/12-1978	*3
31/12	1978	Snow storm, the southern parts of Denmark	31/12-	*2

KLIMA-, ENERGI- OG BYGNINGSMINISTERIET

			1978	
1/1	1979	Snow storm, the southern parts of Denmark	1/1-1979	*2
2/1	1979	Snow storm, the southern parts of Denmark	2/1-1979	*2
3/1	1979	Snow storm, the southern parts of Denmark	3/1-1979	*1
4/1	1979	Snow storm, the southern parts of Denmark	4/1-1979	*1
21/8	1980		21/8-1980	W1
8/2	1981		8/2-1981	W2
2/11	1981		2/11-1981	W2
20-21/11	1981		21/11-1981	W1
24-25/11	1981	Hurricane	25/11-1981	W4
18/1	1983	Hurricane-like	18/1-1983	w4
13/1	1984	Hurricane-like	13/1-1984	w4
23/6	1984	The southern parts of Denmark	23/6-1984	w2
16-17/11	1984		17/11-1984	E1
6/9	1985		6/9-1985	W2
6/11	1985	Strong storm	6/11-1985	W3
2/12	1986		2/12-1986	W2
24/9	1988	The southern parts of Denmark	24/9-1988	w2
29/11	1988		29/11-1988	W2
14/2	1989	Vestjylland	14/2-1989	w2
25-26/1	1990	Hurricane-like	26/1-1990	sw4
26/2	1990	Hurricane-like	26/2-1990	w4
20/8	1990	The southwestern parts of Denmark	20/8-1990	w1
21/9	1990	The southwestern parts of Denmark	21/9-1990	w2
9/1	1991	Hurricane-like	9/1-1991	w4
22/5	1991		22/5-1991	W1
14/1	1993	Hurricane-like, the southern parts and Bornholm	14/1-1993	w3
22/1	1993		22/1-1993	W2
3/12	1999	Hurricane, mostly the southern parts of Denmark	3/12-1999	W4
17/12	1999		17/12-1999	sw1
29-30/1	2000	Strong storm	30/1-2000	W2
28-29/1	2002	The southernmost parts of Denmark	29/1-2002	W2
27-28/10	2002	The southern parts of Denmark	28/10-2002	nw1
6/12	2003	Storm, Kattegat and coastal areas of Nordsjælland	6/12-2003	n1
18/11	2004	Storm, few coastal areas	18/11-2004	w1

8/1	2005	Strong storm, Hurricane mostly the northern part of Jutland and the coastal western Jutland	8/1-2005	W3
27/10	2006	Storm, few coastal areas	27/10-2006	w1
1/11	2006	Storm, few coastal areas	1/11-2006	*n1
1/1	2007	Storm, few coastal areas	1/1-2007	w1
11-12/1	2007	Storm, few coastal areas	12/1-2007	w1
14/1	2007	Storm, few coastal areas	14/1-2007	w1
27/6	2007	The southernmost parts of Denmark	27/6-2007	w1
31/1-1/2	2008	Storm, few coastal areas	31/1-2008	sw1
22/2	2008	Storm, few coastal areas	22/2-2008	w1
1/3	2008	Storm, few coastal areas	1/3-2008	nw1
18/11	2009	Storm, few coastal areas	18/11-2009	w1
7-8/2	2011	Storm, coastal areas	8/2-2011	w1
27-28/11	2011	Storm, most significant in the northern and eastern parts of Denmark	28/11-2011	W2
8-9/12	2011	Storm, most significant in the western and northern parts of Denmark	9/12-2011	W1
3-4/1	2012	Storm, most significant in the western and northern parts of Denmark	4/1-2012	w2
28/10	2013	Hurricane, southern parts of Denmark, record breaking in average wind speed and gust, named Allan	28/10-2013	sw4
5-6/12	2013	Hurrican-like, named Bodil	6/12-2013	nw4
14-15/3	2014	The northern parts of Jutland, Kattegat and Bornholm, named Carl	15/3-2014	nw1

Class 4		**Class 3**		**Class 2**		**Class 1**	
Capital	**Small**	**Capital**	**Small**	**Capital**	**Small**	**Capital**	**Small**
Strong storm to hurricane, > 28,5 m/s	Strong storm to hurricane, > 28,5 m/s	Strong storm, (hurricane-like) > 26,5 m/s	Strong storm (hurricane-like) > 26,5 m/s	Storm, > 24,5 m/s	Storm, > 24,5 m/s	Stormy, > 21 m/s	Stormy, > 21 m/s
National > 30%	Regional 10-30%	National > 30%	Regional 10-30%	National > 30%	Regional 10-30%	National > 30%	Regional 10-30%

Kilde: DMI Teknisk rapport 14-14

www.dmi.dk/klimaforandringer

København 2014

Nordisk Miljømærkning 541 Tryksager 658